

การเปรียบเทียบสารให้กลิ่นสำคัญของข้าวผัดที่ผัดแบบไฟแดงและผัดแบบธรรมดา

Comparison of Aroma Active Compounds in Fried Rices Prepared by Flash-frying and Stir-frying

ธัญยธรรณ ปิยชัยเศรษฐ์¹ และ สิริ ชัยเสรี¹

Tunyatorn Piyachaiseth¹ and Siree Chaiseri¹

บทคัดย่อ

การผัดแบบไฟแดง เป็นการปรุงอาหารเช่นเดียวกับการผัดธรรมดา แตกต่างตรงที่จะมีไฟลุกกลามเข้ามาในกระทะสัมผัสกับอาหาร ทำให้เกิดกลิ่นที่มีความเฉพาะขึ้นเรียกว่า wok flavor การวิเคราะห์สารให้กลิ่นสำคัญใช้วิธี Aroma Extract Dilution Analysis (AEDA) โดยทดสอบลักษณะกลิ่นด้วย Gas Chromatography-Olfactometry (GC-O) สารให้กลิ่นข้าวผัดไฟแดง (FFR) มีค่า flavor dilution (FD) factor สูงสุดมีค่าเท่ากับ 81 ได้แก่ 2,4-heptadienal ให้กลิ่นน้ำมันผัด, nonanal ให้กลิ่นควันเทียน, heptanone ให้กลิ่นโลหะและกลิ่นสนิม และสารไม่ทราบชนิด 2 ชนิดให้กลิ่นควาปลา, กลิ่นเค็ม และกลิ่นหวาน, กลิ่นอับ ส่วนสารที่มีลักษณะกลิ่นที่เรียกว่า wok flavor ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะตัวของข้าวผัดไฟแดงเป็นสารไม่ทราบชนิด 2 ชนิดมีค่า FD factor เท่ากับ 9 และ 0 สำหรับข้าวผัดธรรมดา (SFR) พบว่า octadienone ให้กลิ่นโลหะ, กลิ่นสนิม และสารไม่ทราบชนิดที่ให้กลิ่นหวาน เป็นสารให้กลิ่นที่มีค่า FD factor สูงสุดเท่ากับ 81 ในการทดลองสกัดสารให้กลิ่นอัตราส่วนข้าวผัดไฟแดง 80 กรัมข้าวผัด/360 มิลลิลิตรเอทานอลเข้มข้น 99.8% เพื่อนำมาใช้ในซอสผัด จากการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสทางด้านความชอบกลิ่น พบว่าตัวอย่างซอสที่มีความเข้มข้นของสารสกัดกลิ่นผัด 10% มีคะแนนความชอบสูงสุดเมื่อเทียบกับซอสที่มีความเข้มข้นอื่น ($p \leq 0.01$)

ABSTRACT

Flash-frying technique is similar to stir-frying but it allows fire to contact with food to give a unique smoke aroma, wok flavor. Aroma active compounds were analyzed by using Gas Chromatography-Olfactometry (GC-O). The flavor dilution (FD) factors of the odor active compounds were determined by Aroma Extraction Dilution Analysis (AEDA). The most prominent volatile compounds of flash-fried rice (FFR) that had FD factor of 81 were 2,4-heptadienal (stir-fried oil), nonanal (sweet, smoky), heptanone (metallic, rust), unknown (fishy, salty) and unknown (sweet, stale). There were 2 unknowns that had "wok" aroma characteristic with FD factors of 9 and 0. The typical stir-fried rice (SFR) had octadienone (metallic, rust) and an unknown (sweet) with FD factor of 81 as its prominent aroma compounds. The sensory evaluation, preference test showed the concentration of 10% the extracted wok flavor in sauce had the highest score. In this experiment, aroma compounds from flash fried rice were extracted using 99.8% ethanol at the ratio of 80 g fried rice/360 ml ethanol in order to be used in a stir-fried sauce. From preference test of odor, the panelists preferred the sample with 10% ethanolic extract than the other samples ($p \leq 0.01$).

Key Words: wok flavor, flash-frying, stir-frying, aroma compounds, fried rice

T. Piyachaiseth: tunyatorn_p@hotmail.com

¹ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

¹Department of Food Science and Technology, Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University

คำนำ

การผัดแบบไฟแดง เป็นการปรุงอาหารเช่นเดียวกับการผัดธรรมดาแต่แตกต่างตรงที่จะมีไฟลามเข้ามาสัมผัสกับอาหารในกระทะ ทำให้เกิดกลิ่นที่มีความเฉพาะ เรียกว่า wok flavor ขึ้น เราจะพบ wok flavor ได้ในอาหารผัด เช่น ก๋วยเตี๋ยวผัด, ข้าวผัด และผัดผักไฟแดง

ในการผัดจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสารระเหยในน้ำมัน Wu and Chen (1992) ได้ศึกษาสารระเหยในน้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันข้าวโพด และน้ำมันหมูที่ผ่านการผัดที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3 นาที พบว่ามีสารระเหยทั้งหมด 47 ชนิด โดยมีสารระเหยในกลุ่ม aldehydes มากที่สุดรองลงมาคือกลุ่ม acids, alcohols, ketones, esters and furans ตามลำดับ และพบว่าหลังจากเก็บน้ำมันที่ผ่านความร้อนไว้ในขวดพลาสติกปิดสนิทที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 0 สัปดาห์ จะมีสารระเหยหลักในกลุ่ม aldehydes ได้แก่ hexanal, (E)-2-heptenal, (E)-2-octenal และ 2,4-decadienal

นอกจากนี้ส่วนประกอบของอาหารยังมีผลต่อสารระเหย เช่น การทอดมันฝรั่งจะพบสารให้กลิ่นที่สำคัญคือ 3-methylbutanal ให้กลิ่นมอลต์, methional ให้กลิ่นมันฝรั่งต้ม (Wagner and Grosch, 1997) สารระเหยที่พบส่วนใหญ่เกิดจากการสลายตัวของน้ำตาลและปฏิกิริยาเมลลาร์ด รองลงมาคือเกิดจากการสลายตัวของไขมันและส่วนน้อยเป็นสารประกอบพวกซัลเฟอร์ (Loon *et al.*, 2005)

อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับสารให้กลิ่นที่สำคัญในข้าวผัด ทั้งที่ผัดด้วยวิธีการผัดธรรมดาและการผัดแบบไฟแดง การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะศึกษาชนิดของสารให้กลิ่นที่สำคัญในข้าวผัดธรรมดาและข้าวผัดไฟแดง อีกทั้งศึกษาเกี่ยวกับการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสทางด้านความชอบของซอสผัดที่มีการเติมกลิ่นสกัดจากข้าวผัดไฟแดง

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมตัวอย่าง

เตรียมข้าวผัดธรรมดา โดยใช้กระทะเหล็กใส่น้ำมันถั่วเหลือง 40 มิลลิลิตร ให้ความร้อนโดยใช้เตาแก๊สจนน้ำมันถั่วเหลืองร้อนที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส จากนั้นใส่ข้าวหุงสุก 200 กรัม ลงไปผัด ใช้เวลาประมาณ 1 นาที ส่วนข้าวที่ผ่านการผัดโดยให้ไฟแดง ใช้ปริมาณน้ำมันถั่วเหลือง และปริมาณข้าวเท่ากันแต่จะเอียงกระทะเพื่อให้น้ำมันถั่วเหลือง และข้าวสัมผัสกับเปลวไฟแล้วเกิดไฟลามเข้ามาในกระทะ ทำการผัดโดยใช้เวลาประมาณ 15 วินาที จากนั้นหยุดให้ความร้อนแล้วเทตัวอย่างลงในปีกเกอร์ปิดปากภาชนะด้วยฟอยล์ ตั้งให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้อง

2. การสกัดสารระเหย

นำตัวอย่างข้าวผัดในข้อ 1 มา 80 กรัม เติมตัวทำละลายไดเอทิลอีเทอร์ 120 มิลลิลิตร จากนั้นเติม internal standard (2-methyl-3-heptanone) 20 ไมโครลิตร ทำการสกัด 30 นาที ด้วยเครื่องกวนแบบแม่เหล็ก โดยทำการสกัดซ้ำทั้งหมด 3 ครั้ง นำสารระเหยที่สกัดได้มาระเหยตัวทำละลายออกโดยใช้ vigreux column อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จนเหลือปริมาตร 50 มิลลิลิตร แยกสารระเหยโดยใช้เครื่องกลั่นสุญญากาศ ที่ความดันสุญญากาศประมาณ 10^{-5} Torr นำสารที่กลั่นได้ไปทำให้เข้มข้นโดยการเป่าก๊าซไนโตรเจนเบาๆ จนตัวอย่างได้ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร เก็บตัวอย่างในขวดแก้วสีชาที่อุณหภูมิ -40 องศาเซลเซียสเพื่อใช้วิเคราะห์ต่อไป

3. การวิเคราะห์สารให้กลิ่นที่สำคัญ

ในการทดลองได้วิเคราะห์สารระเหยด้วย GC-MS และสารให้กลิ่นสำคัญโดยวิธี AEDA โดยนำตัวอย่างสารสกัดจากข้อ 2 มาเจือจางด้วยไดเอทิลอีเทอร์ ในอัตราส่วนระหว่างสารสกัดต่อตัวทำละลายเท่ากับ 1:3, 1:9, 1:27, 1:81 ไปเรื่อยๆเป็นลำดับ แล้วให้ผู้ทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกและฝึกฝนจำนวน 2 คน ทดสอบลักษณะกลิ่นของสารระเหยด้วย GC-O การแยกสารใช้ก๊าซฮีเลียมบริสุทธิ์ร้อยละ 99.999 เป็น carrier gas อัตราการไหล 2.2 มิลลิลิตรต่อนาที การแยกด้วยคอลัมน์ HP-5MS (30m x 0.25 μ m x 0.5 μ m) อุณหภูมิของตู้อบเริ่มจาก 35 องศาเซลเซียส เพิ่มอุณหภูมิด้วยอัตราเร็ว 10 องศาเซลเซียสต่อนาที จนถึงอุณหภูมิ 220 องศาเซลเซียสคงไว้ที่เป็นเวลา 15 นาที ส่วนการแยกด้วยคอลัมน์ FFAP (30m x 0.25 μ m x 0.25 μ m) อุณหภูมิของตู้อบเริ่มจาก 45 องศาเซลเซียส เพิ่มอุณหภูมิด้วยอัตราเร็ว 5 องศาเซลเซียสต่อนาที จนถึงอุณหภูมิ 220 องศาเซลเซียสคงไว้ที่เป็นเวลา 10 นาที การระบุชนิดของสารใช้ สารมาตรฐาน (nonanal และ decanal) และการเทียบค่า retention index (RI) และ mass spectrum ตลอดจนลักษณะกลิ่นกับเอกสารอ้างอิง

4. การประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสทางด้านความชอบกลิ่นผิด

ข้าวที่ผ่านการผัดไฟแดง เตรียมตัวอย่างเช่นเดียวกับข้อ 1 นำตัวอย่างมา 80 กรัม เดิมตัวทำละลาย 99.8% เอทานอลปริมาตร 120 มิลลิลิตร ทำการสกัด 30 นาที ด้วยเครื่องกวนแบบแม่เหล็ก โดยทำการสกัดทั้งหมด 3 ครั้งนำสารสกัดกลิ่นผิดที่ได้ ผสมลงไปในซอสผัดทางการค้าโดยใส่ความเข้มข้นของสารสกัดกลิ่นผิด 10%, 20%, 30% และ 0% (ไม่ใส่สารสกัด) โดยน้ำหนัก นำซอสความเข้มข้นต่างๆ ปริมาณ 10 กรัมมาผสมกับข้าวผัดปริมาณ 200 กรัม คลุกให้เข้ากันโดยไม่ต้องผ่านการให้ความร้อนซ้ำ จากนั้นนำมาประเมินความชอบทางประสาทสัมผัส โดยใส่ตัวอย่างปริมาณประมาณ 15 กรัม ลงในถ้วยพลาสติกโดยแต่ละถ้วยติดรหัสสุ่ม 3 หลัก แล้วปิดปากด้วยด้วยฟอยล์ และสุ่มลำดับการเสิร์ฟโดยให้ผู้ทดสอบ 120 คน ทำการประเมินความชอบด้านกลิ่นและให้คะแนนตามสเกลในแบบแบบทดสอบความชอบของกลิ่นผิด โดยสเกลชอบมากที่สุด = 9, เฉยๆ = 5 และไม่ชอบมากที่สุด = 1

5. การวิเคราะห์ทางสถิติ

การทดลองวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design, CRD) ทำการทดลองซ้ำ (duplication) 2 ครั้ง วิเคราะห์คะแนนความชอบ ด้วยโปรแกรม SPSS (version 13.0) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยวิธี Duncan's New Multiple's Range Test (DMRT)

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการดมกลิ่นโดยรวมของข้าวผัดทั้ง 2 ตัวอย่าง พบว่ามีความแตกต่างกัน คือ ในข้าวผัดแบบไฟแดงจะมีกลิ่นโดยรวมเป็นกลิ่นควัน กลิ่นไหม้ ซึ่งจะหอมและมีความเฉพาะตัวกว่าในข้าวผัดธรรมดาที่จะได้กลิ่นโดยรวมเป็นกลิ่นน้ำมันค่อนข้างแรง จากการทดลองได้วิเคราะห์สารให้กลิ่นที่สำคัญผ่าน GC-O โดยใช้วิธี AEDA ซึ่งจากการดมกลิ่นสารที่ให้กลิ่นสำคัญในทั้ง 2 ตัวอย่าง พบสารให้กลิ่นหลายกลุ่ม ได้แก่ aldehyde, acid, alcohol, ketone, ester, hydrocarbon, furan และ pyran ในข้าวผัดไฟแดง พบว่าสารให้กลิ่นสำคัญที่มีค่า FD factor เท่ากับ 81 ได้แก่ 2,4-heptadienal ให้กลิ่นน้ำมันผัด, nonanal ให้กลิ่นควันเทียน, heptanone ให้กลิ่นโลหะ, กลิ่นสนิม, สารที่ไม่ทราบชนิด A ให้กลิ่นควาปลา กลิ่นเค็ม, สารที่ไม่ทราบชนิด B ให้กลิ่นหวาน, กลิ่นอับ นอกจากนี้ยังพบสารที่ไม่ทราบชนิด C และ E ที่ให้ลักษณะกลิ่น "wok flavor" ซึ่งมีค่า FD factor เท่ากับ 9 และ 0

มีค่า RI = 1266 และ 1321 ส่วนในตัวอย่างข้าวผัดธรรมดา พบสารที่ให้กลิ่นสำคัญที่มีค่า FD factor เท่ากับ 81 ได้แก่ octadienone ให้กลิ่นโลหะ, กลิ่นสนิม และสารที่ไม่ทราบชนิด H ให้กลิ่นหวาน สารอื่นๆที่มีค่า FD factor เท่ากับ 27 และให้กลิ่นน้ำมันทอดและน้ำมันผัด ได้แก่ methyl dodecanoate, hexyl octanoate, oleic acid, สารที่ไม่ทราบชนิด K, M และ N นอกจากนี้ยังพบสารที่ไม่ทราบชนิด G ให้กลิ่นคาวปลาที่มีค่า FD factor เท่ากับ 27

Table 1 Aroma active compounds in flash-fried rice (FFR) and stir-fried rice (SFR)

Compounds	Description ^a	RI		FD factor ^b	
		FFAP	HP-5	FFR	SFR
butanal ^k	green	<1000	n.a.	27	3
unknown A	fishy, salty	1061	n.a.	81	3
1-hexen-3-one ^m	metallic, solvent	1095	n.a.	9	-
unknown B	sweet, stale	1135	n.a.	81	3
heptanone ^p	metallic (rust)	1204	n.a.	81	9
2-acetyl-1-pyrroline ^f	sweet, pandan like	1220	939	27	3
propyl butyrate ^k	solvent	1221	n.a.	27	-
unknown C	wok	1266	n.a.	9	-
unknown D	acetic acid	1319	n.a.	27	3
unknown E	wok	1321	n.a.	0	-
nonanal ^{std}	sweet, smoky	1370	n.a.	81	3
(<i>E,E</i>)-2,4-heptadienal ^c	stir-fried oil, sour	1461	n.a.	27	0
2,4-heptadienal ^c	stir-fried oil, burnt	1475	n.a.	81	-
3,6-dihydro-4-methyl-2-(2-methyl-1-propenyl)-2H-pyran ^k	oily	1485	n.a.	-	3
(<i>Z</i>)-2-nonenal ^{e,i,m}	stir-fried oil, sweet, burnt	1497	1151	9	-
propanoic acid ^k	sour, rancid	1506	n.a.	-	3
2-nonenal ^k	stir-fried oil	1522	n.a.	9	-
(<i>E</i>)-2-nonenal ^{f,i,o}	stir-fried oil	1531	n.a.	27	3
linoleic acid ^c	stir-fried oil	1556	n.a.	9	0
isobutyric acid ^{k,m}	sour, rancid, salty	1565	n.a.	0	3
(<i>Z</i>)-2-decenal ^{d,f}	stir-fried oil, burnt	1586	1256	27	-
(<i>E</i>)-2-decenal ^{c,d,o}	stir-fried oil	1630	n.a.	3	-
(<i>E,E</i>)-2,4-nonadienal ^{i,j,m}	stir-fried oil	1704	n.a.	9	-
(<i>E,Z</i>)-2,4-decadienal ^g	stir-fried oil	1770	n.a.	9	-

Compounds	Description ^a	RI		FD factor ^b	
		FFAP	HP-5	FFR	SFR
heptanoic acid ^c	oily, sweet	1938	n.a.	9	-
(<i>E</i>)-4,5-epoxy-(<i>E</i>)-2-decenal ^l	oily	1984	n.a.	-	3
octanoic acid ^l	stir-fried oil	2052	n.a.	3	-
6,10,14-trimethyl-2-pentadecanone ^k	stir-fried oil, sweet	2111	n.a.	3	0
decanoic acid ^{c,k}	oily	2251	1393	3	-
3-phenyl-2-propen-1-ol ^k	oily,sweet	2304	n.a.	0	3
dodecanoic acid ^l	stir-fried oil, sweet	2473	n.a.	3	-
octadecanol ^k	stir-fried oil, sweet, oily	2574	2232	3	9
1,3-butanediol ^c	solvent	n.a.	785	3	-
hexanal ^{c,h}	green	n.a.	799	9	9
heptanone ^k	metallic, solvent	n.a.	885	27	3
unknown F	sweet	n.a.	907	27	3
unknown G	fishy	n.a.	917	-	27
acetylfuran ⁿ	sweet	n.a.	923	27	3
octadienone ^k	metallic (rust)	n.a.	997	27	81
unknown H	sweet	n.a.	1024	-	81
limonene ^{c,i,h}	citrus	n.a.	1035	27	-
decanal ^{std}	sweet, smoky	n.a.	1205	27	9
dodecanal ^{c,k}	stir-fried oil, burnt	n.a.	1407	27	9
2-dodecenal ^k	stir-fried oil	n.a.	1461	27	-
methyl dodecanoate ^k	stir-fried oil	n.a.	1511	-	27
hexyl octanoate ^k	stir-fried oil, burnt	n.a.	1568	27	27
butyl laurate ^k	frying oil	n.a.	1680	-	9
unknown I	stir-fried oil, burnt	n.a.	1701	27	3
unknown J	stir-fried oil, burnt	n.a.	1744	27	-
unknown K	frying oil	n.a.	1751	-	27
unknown L	stir-fried oil, sweet, burnt	n.a.	1815	27	-
unknown M	stir-fried oil	n.a.	1890	-	27
unknown N	frying oil	n.a.	1982	-	27
2-methylpropylhexadecanoate ^k	stir-fried oil, burnt	n.a.	2014	0	9
unknown O	oily	n.a.	2016	27	-
unknown P	stir-fried oil, burnt	n.a.	2164	27	-

Compounds	Description ^a	RI		FD factor ^b	
		FFAP	HP-5	FFR	SFR
oleic acid ^k	stir-fried oil, burnt	n.a.	2070	27	27

Note ^a Odor description at the sniffing port from GC-O. ^b FD Factor on HP-5MS or FFAP columns; FD Factor = 0 means the extract before diluted by AEDA method, - means no detected odor. ^c Identified by comparing with retention index (RI) on HP-5MS or FFAP columns, mass spectra obtained by MS and odor at the sniffing port on the same column. ^d Identified by comparing with retention index (RI) on HP-5MS or FFAP columns and odor description at the sniffing port with the data from Wagner and Grosch (1997) ^e Reiner and Grosch (1998) ^f Jezussek *et al.* (2002) ^g Kirchhoff and Schieberle (2001) ^h Buettner *et al.* (2003) ⁱ Schnermann and Schieberle (1997) ^j Steinhaus *et al.* (2007) ^k Acree and Arn (2009) ^l Karagul-Yuceer *et al.* (2003) ^m Rychlik *et al.* (1998) ⁿ Varlet *et al.* (2003) ^o Tairu *et al.* (2006) ^p El-Sayed (2009) ^{std} Identified based on standard compound.

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย พบว่าผู้ทดสอบชอบข้าวผัดซึ่งผสมซอสที่มีความเข้มข้นของสารสกัดกลิ่นผัด 10% มากที่สุดโดยมีคะแนนความชอบสูงสุด คือ 6.19 คะแนนจัดอยู่ในระดับความชอบเล็กน้อยและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$) กับข้าวซึ่งผสมซอสที่มีความเข้มข้นของสารสกัดกลิ่นผัด 0%, 20% และ 30% ซึ่งมีคะแนนความชอบเป็น 5.38, 5.47 และ 4.61 ตามลำดับ (Table 2)

Table 2 Liking scores for ethanolic extract levels in sauce.

Levels of ethanolic extract	Liking scores
30%	4.61 ^c
20%	5.47 ^b
10%	6.19 ^a
0%	5.38 ^b

Note ^{a-c} Different alphabets within the same column show the significant differences ($p \leq 0.01$)

สรุป

ข้าวผัดไฟแดงมีสารสารไม่ทราบชนิด 2 ชนิดที่ให้ลักษณะกลิ่น wok flavor นอกจากนี้ยังพบสารที่ให้กลิ่นสำคัญ ได้แก่ 2,4-heptadienal ให้กลิ่นน้ำมันผัด, nonanal ให้กลิ่นควันเทียน, heptanone ให้กลิ่นโลหะ, กลิ่นสนิม สารไม่ทราบชนิดให้กลิ่นคาวปลา, กลิ่นเค็ม และสารไม่ทราบชนิดที่ให้กลิ่นหวาน ซึ่งแตกต่างจากข้าวผัดธรรมดาที่มีสารให้กลิ่นที่สำคัญ ได้แก่ octadienone ให้กลิ่นโลหะ, กลิ่นสนิม, methyl dodecanoate, hexyl octanoate ให้กลิ่นน้ำมันผัด, oleic acid ให้กลิ่นน้ำมันทอด, และสารไม่ทราบชนิดให้กลิ่นหวาน, กลิ่นคาวปลา, กลิ่นน้ำมันทอดหรือผัด สารให้กลิ่น wok flavor ที่สกัดด้วยเอทานอลและนำมาเติมซอสผัด จากการประเมิน

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสรสชาติความชอบด้านกลิ่น พบว่าตัวอย่างซอสที่มีความเข้มข้นของสารสกัดกลิ่นผักไผ่แดง 10% มีคะแนนความชอบสูงที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- Acree, T. and H. Arn. 2009. **Flavornet and Human Odor Space**. Available source: www.flavornet.org/flavornet.html. Cornell University: Geneva, New York.
- Buettner, A., M. Mestres, A. Fischer, J. Guasch and P. Schieberle. 2003. Evaluation of the most odour-active compounds in the peel oil of Clementine (*Citrus reticulata blanco cv. clementine*). **Eur. Food Res. Technol.** 216: 11-14.
- El-Sayed, A.M. 2009. **The pherobase: database of insect pheromones and semiochemicals**. Available source: www.pherobase.com. HortResearch, Lincoln, New Zealand.
- Jezussek, M., B.O. Juliano and P. Schieberle. 2002. Comparison of key aroma compounds in cooked brown rice varieties based on aroma extract dilution analyses. **J. Agric. Food Chem.** 50: 1101-1105.
- Karagul-Yuceer, Y., K.N. Vlahovich, M. Drake and K.R. Cadwallader. 2003. Characteristic aroma components of rennet casein. **J. Agric. Food Chem.** 51: 6797-6801.
- Kirchhoff, E. and P. Schieberle. 2001. Determination of key aroma compounds in the crumb of a three stage sourdough rye bread by stable isotope dilution assays and sensory studies. **J. Agric. Food Chem.** 49: 4304-4311.
- Loon, W.A.M.V., J.P.H. Linssen, A. Legger, M.A. Posthumus and A.G.J. Voragen. 2005. Identification and olfactometry of French fried flavour extracted at mouth conditions. **Food Chem.** 90: 417-425.
- Reiner, J. and W. Grosch. 1998. Odorants of virgin olive oils with different flavor profiles. **J. Agric. Food Chem.** 46: 2754-2763.
- Rychlik, M., P. Schieberle and W. Grosch. 1998. **Compilation of Odor Thresholds, Odor Qualities and Retention Indices of Key Food Odorants**. Deutsche Technischen Universitat Munchen, Garching, Germany. Forschungsanstalt fur Lebensmittelchemie and Institut fur Lebensmittelchemie der.
- Schnermann, P. and P. Schieberle. 1997. Evaluation of key odorants in milk chocolate and cocoa mass by aroma extract dilution analyses. **J. Agric. Food Chem.** 45: 867-872.
- Steinhaus, M., W. Wilhelm and P. Schieberle. 2007. Comparison of the most odour-active volatiles in different hop varieties by application of a comparative aroma extract dilution analysis. **Eur. Food Res. Technol.** 226: 45-55.
- Tairu, A.O., T. Hofmann and P. Schieberle. 2000. Studies on the key odorants formed by roasting of wild mango seeds (*Irvingia gabonensis*). **J. Agric. Food Chem.** 48: 2391-2394.

- Varlet, V., C. Knockaert, C. Prost and T. Serot. 2006. Comparison of odor active volatile compounds of fresh and smoked salmon. *J. Agric. Food Chem.* 54: 3391-3401.
- Wagner, R. and W. Grosch. 1997. Evaluation of potent odorants of french fries. *LWT.* 30: 164-169.
- Wu, C.M. and S.Y. Chen. 1992. Volatile compounds in oils after deep frying or stir frying and subsequent storage. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 69: 858-865.